



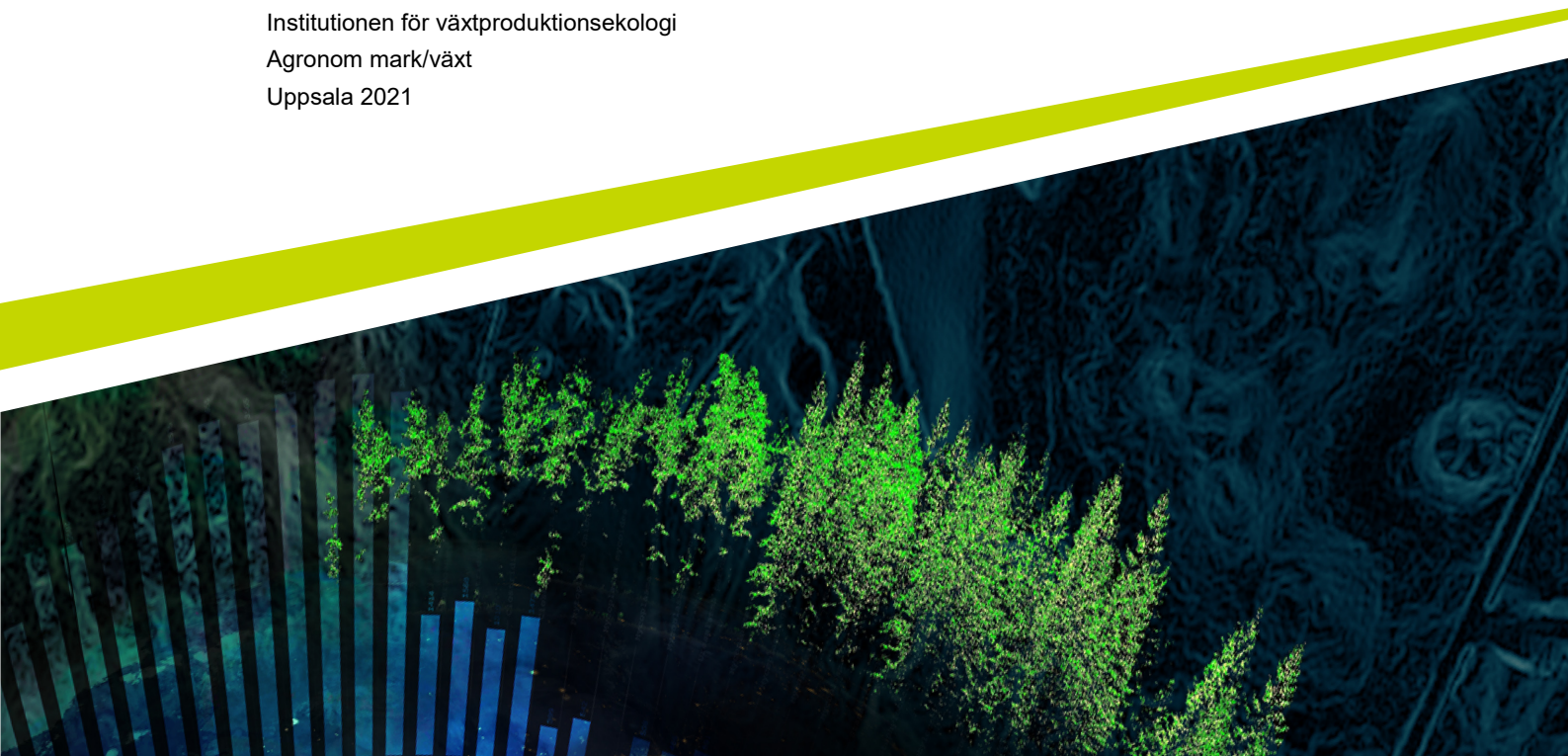
Utvintrande mellangrödor i höstraps

– effekt på raps, ogräs och skadegörare

*Frost sensitive cover crops in winter oilseed rape – effect on the rape,
weeds and pests*

Jakob Larsson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för växtproduktionsekologi
Agronom mark/växt
Uppsala 2021





Höstraps, alexandrinersklöver, blålupin och bovete i samodling.
Foto: Martin Krokstorp



Bovete i blomning. Foto: Martin Krokstorp

Utvintrande mellangrödor i höstraps – effekt på raps, ogräs och skadegörare

Frost sensitive cover crops in winter oilseed rape – effect on the rape, weeds and pests

Jakob Larsson

Handledare: Göran Bergkvist, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi
Examinator: Libére Nkurunziza, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Agronom mark/växt
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2021

Nyckelord: *Brassica napus*, kompanjongrödor, insådd, ekologisk odling, avkastning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för växtproduktionsekologi

Publicering och arkivering

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Höstraps är en viktig avbrottsgröda i spannmålsdominerande växtföljder, och odlingen av höstraps har ökat i Sverige de senaste tjugo åren. Rapsen är normalt utsatt för ett högt tryck från ogräs och skadegörare, vilket gör att odling av ekologisk höstraps är ytterst begränsad. Dagens jordbruk har en negativ påverkan på miljön, vilket är kopplat till övergödning och överanvändning av pesticider. Mellangrödor är ett alternativ till att motverka förekomsten av ogräs och skadegörare, vilket kan minska behovet av insatser och minska jordbrukets miljöpåverkan. Samodling av utvintrande mellangrödor med höstraps kan minska behovet av insatser i form av gödsel och pesticider om mellangrödorna minskar effekten av skadegörare och om det fixerade kvävet kommer rapsen tillgodo. Samodling kan emellertid också innebära konkurrens som påverkar rapsen negativt. Höstrapsen etableras långsamt och om en mellangröda kan utnyttja det lediga utrymmet innan rapsen sluter sig och mellangrödan sedan utvintrar finns en möjlighet att effekten av mellangrödan blir positiv.

Syftet med detta arbete är att genom en litteraturstudie och en intervju, analysera och bedöma om höstraps kan samodlas med utvintrande mellangrödor. Hur påverkas avkastning, biomassa, ogräskontroll, skadeinsekter och näringsomsättning, och vad är bidragande mekanismer bakom effekterna. Hur ser erfarenheten ut i Sverige och vad finns det för utmaningar och möjligheter.

Studier visar på att utvintrande mellangrödor minskar ogrästrycket genom ökad konkurrens, mellangrödorna ger tendenser till minskad förekomst av skadeinsekter då de blir förvirrade i odlingsmiljön. Mellangrödor i form av baljväxter bidrar med kvävefixering som kan komma höstrapsen till del genom mineralisering. Rapsens biomassa reduceras dock på grund av konkurrensen med mellangrödan under hösten. Alla dessa faktorer avgör hur rapsens avkastning påverkas. Valet av mellangröda, markens bördighet och väder under odlingsåret har också betydelse för hur mycket höstrapsen påverkas.

Samodlingen ger bäst effekt på de jordar som har litet kväveinnehåll eftersom det stimulerar baljväxter att fixera kväve från atmosfären. Min slutsats är att det behövs forskning på hur odlingssystemet fungerar i ett svenskt klimat. Speciellt hur faktorer som såtidpunkt, utsädesmängd, radavstånd och växtföljd kan anpassas för att uppnå bästa möjliga och hållbara resultat för rapsen.

Nyckelord: Brassica napus, kompanjongrödor, insådd, ekologisk odling, avkastning

Abstract

Winter oilseed rape is a good break crop in crop rotations dominated by cereals, and the area sown with winter oilseed rape has increased in Sweden over the past twenty years. The rape is particularly sensitive to weed infestation and insect pressure, which negatively influences the yield and reasons for low adoption of rape in organic production. Agriculture has negative impacts on the environment, where redundant fertilizer and pesticide use are contributing factors. Cover crops is an option to reduce the incidence of weeds and pests, which can reduce the need for fertilizer and pesticides, as well as the impacts on the environment. However, the undersown cover crops can also mean competition that negatively affects the cash crop. Due to the slow establishment of winter oilseed rape, there is space for a frost-sensitive cover crop that die and loose nutrients to the soil during winter.

The aim of this literature study was to analyse and assess how winter oilseed rape is influenced by intercropping with frost-sensitive cover crops. How it influences the yield, biomass, weed control, insect pests and nutrient management, and what are the contributing mechanisms behind the effects. What does the experience look like in Sweden and what are the challenges and the opportunities.

Frost-sensitive cover crops reduce the weed pressure through increased competition, cover crops give trends to less pressure of insect pests by making them confused in the environment. Cover crops in shape of legume-crops contains nitrogen fixation which benefit the rape through mineralization. The biomass of the rape reduced because of the competition in the autumn. The factors determine how it influence the yield of the rape. The choice of cover crop, soil fertility and weather during the growing year matters how much the winter oilseed rape influence.

The intercropping gives more benefits at nutrient-poor soils, because it stimulates the legume-crops to fix nitrogen from the atmosphere. My conclusion is that further research is needed how the cropping system interacts in Swedish climate. Especially how factors like sowing time, sowing density, row spacing and crop rotations could adapt to achieve the best possible and sustainable results for the rape.

Keywords: *Brassica napus*, companion plants, undersowing, organic cropping, yield

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	9
Figurförteckning	10
Förkortningar	11
1. Inledning	12
1.1. Bakgrund	12
1.2. Syfte och mål	14
1.2.1. Syfte	14
1.2.2. Mål	14
2. Metod	15
2.1. Litteraturstudie	15
3. Resultat	16
3.1. Litteraturstudie	16
3.1.1. Rapsens biomassa och avkastning	16
3.1.2. Ogräskontroll	19
3.1.3. Angrepp från skadegörare	20
3.1.4. Näringsomsättning	20
3.1.5. Utvintring	21
3.1.6. Rötternas samverkan i marken	21
3.2. Erfarenheter i Sverige	22
3.2.1. Försök i Sverige	22
3.2.2. Intervju med lantbrukare och dess erfarenheter	22
4. Diskussion	24
4.1. Utmaningar och möjligheter i Sverige	24
4.1.1. Såtidpunkt, utvintring och utsädesmängd	24
4.1.2. Effekter, växtföljd och ekologisk odling	25
4.1.3. Ekonomi	26
4.2. Praktiska utmaningar och möjligheter	28
5. Slutsats	30
Referenser	31

Tack 35

Bilaga 1..... 36

Tabellförteckning

Tabell 1. Beräknad förändring av täckningsbidrag (TB) för samodling med utvintrande mellangrödor i konventionell höstrapsodling – baserad på intäkter från försäljning ¹ , subtraherat med kostnader som påverkas av mellangrödorna, dvs utsäde ² och gödsel ³ . Antagandet har gjorts, baserad på litteraturuppgifter, att raps i renbestånd respektive samodling med baljväxter ger lika stor avkastning och därför lika stor intäkt.. ABB: Alexandrinerklöver, Blålupin och Bovete.....	27
Tabell 2. Beräknad förändring av täckningsbidrag (TB) för samodling med utvintrande mellangrödor i ekologisk höstrapsodling – baserad på intäkter från försäljning ¹ , subtraherat med kostnader som påverkas av mellangrödorna, dvs utsäde ² och gödsel ³ . Antagandet har gjorts, baserad på litteraturuppgifter, att raps i renbestånd respektive samodling med baljväxter ger lika stor avkastning och därför lika stor intäkt.. ABB: Alexandrinerklöver, Blålupin och Bovete.....	28

Figurförteckning

- Figur 1. Utvintrande mellangrödor minskade rapsens biomassa på hösten. Figuren visar att icke kvävefixerande mellangrödor minskade rapsens biomassa betydligt mer än kvävefixerande mellangrödor. Endast signifikanta resultat där minskad biomassa har beräknats i procent har använts i figuren. Källa: Cadoux et al. (2015); Verret et al. (2017).....17
- Figur 2. Kvävefixerande mellangrödor kan ge en ökad avkastning, medan icke kvävefixerande mellangrödor visar på minskad avkastning. Endast signifikanta resultat har beräknats i figuren. Källa: Cadoux et al. (2015); Verret et al. (2017).....18
- Figur 3. Utvintrande mellangrödor minskade förekomsten av ogräs. Endast signifikanta resultat där ogräsförekomsten beräknad i procent har använts i figuren. Källa: Verret et al. (2017)19

Förkortningar

ca	cirka
dvs	det vill säga
EU	Europeiska Unionen
ha	Hektar
IPM	Integrated Pest Management (integrerat växtskydd)
kg	Kilogram
kr	Kronor
m ²	Kvadratmeter
N	Nitrogen (kväve)
p.g.a	På grund av
t.ex.	Till exempel

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Raps (*Brassica napus*) är en korsblommig oljeväxtgröda som främst används för humankonsumtion men även för industriändamål (Williams 2010). Raps och då främst höstraps är den femte mest odlade grödan i Sverige och odlingsarealen har ökat mycket de senaste 20 åren, från 25 tusen ha till 92 tusen ha (Jordbruksverket 2020). Höstraps är en bra omväxlingsgröda i spannmålsdominerande växtföljder (Angus et al. 2015). Dess pålrot har en god luckringsförmåga i jorden samt att den hämmar förekomsten av skadegörare och ogräs som är kopplade till spannmålsgrödor (Angus et al. 2015). Höstraps kan ta upp stora mängder av kväve på hösten (Sieling & Kage 2010) och därmed minska risken för näringsläckage. Eftersom höstrapsen är en näringskrävande gröda, tillförs gödsel till grödan redan i samband med sådd på hösten och dessutom behöver den tillföras kväve på våren (Lorin et al. 2016). Gödslingen på hösten innebär en ökad risk för näringsläckage i de fall höstrapsen etableras dåligt eller skadas på annat sätt redan under hösten (Sieling & Kage 2010). Det är vanligt att grödors avkastning påverkas negativt av ogräs, skadedjur och sjukdomar (Oerke 2006). Enligt Fogelfors (2015) är ogräsbekämpningen i höstraps generellt svårare att lyckas med än i stråsäd. Rapsen är utsatt för stort tryck från flera olika skadegörare, till exempel rapsjordloppa (*Psylliodes chrysocephalus*), som angriper rapsens hjärtblad och yngre örtblad, vilket påverkar avkastningen negativt (Williams 2010). Risken för skador från insekter är den främsta anledningen till att höstraps odlas i mindre utsträckning inom ekologisk odling än inom konventionell.

Jordbruket och livsmedelsproduktionen står inför stora utmaningar. En god tilltro till och överanvändning av pesticider har lett till att flertalet ogräsarter (Heap 2014) och skadegörare har börjat utveckla resistens mot pesticider (Georghiou 1972). Enligt Barrès et al. (2021) kan herbicidresistens orsaka en dubblering av kostnaderna för lantbrukarna när det gäller ogräskontroll. För att förebygga detta problem formades begreppet "Integrated Pest Management" (IPM) på tidigt 1970-tal (Ehler 2006). Sedan 2014 är IPM ett direktiv inom EU och ska tillämpas inom jordbruk och trädgård (Jørgensen et al. 2014). Enligt Ehler (2006), innebär IPM att

förebyggande åtgärder för att minska problem med skadegörare ska prioriteras och att direkta kontrollåtgärder bara ska genomföras när de förebyggande åtgärderna inte är tillräckliga.

Dagens lantbruk har en negativ påverkan på miljön (Clark & Tilman 2017), vilket till stor del är kopplat till övergödning och överanvändning av pesticider. Jordbrukets miljöpåverkan kan dock minskas med hjälp av metoder som försämrar förutsättningarna för skadegörare. En metod som kan användas är mellangrödor (Hartwig & Ammon 2002). En mellangröda (ibland kallat fånggröda) är en gröda som sås in i eller sås efter en huvudgröda och växer fram till, eller strax före, en ny huvudgröda etableras (Hartwig & Ammon 2002). Fördelen med mellangrödor är bland annat att de kan minska jorderosion, konkurrera med ogräs och ta tillvara näringen i marken för att motverka näringsläckage (Hartwig & Ammon 2002). Mellangrödor kan även användas som bottengrödor. Med bottengröda menas att mellangrödan sås in antingen före eller i samband med huvudgrödans sådd och växer under huvudgrödan, t.ex. för att minska ogräsets tillväxt (Hartwig & Ammon 2002). Mellangrödor som bottengrödor kan även motverka skadeangrepp från insekter genom att i) locka till sig skadeinsekterna ii) göra det svårare för skadeinsekten att hitta huvudgrödan eller iii) locka till sig naturliga fiender som äter skadeinsekter (Ben-Issa et al. 2017).

Samodling innebär att två eller fler grödor odlas samtidigt på samma fält under en vegetationsperiod eller del av vegetationsperioden (Lopes et al. 2016). Samodling kan delas upp i olika kategorier; som blandad samodling där grödorna blandas i raderna, samodling rad för rad där grödorna förekommer i varannan rad, samodling remsa för remsa där grödorna förekommer i några rader och följs av annan gröda i några rader, samt samodling i reläskiften där en gröda sås efter att den redan etablerade grödan har uppnått sitt reproduktiva stadium och innan den är färdig att skördas (Wang et al. 2015).

I undersökningar av Lopes et al. (2016) minskade angrepp från skadegörare i samodling jämfört med odling av vete i renbestånd. Skördarna vid samodling av stråsäd och baljväxter blir ofta större än vid odlingar i renbestånd av respektive gröda (Bedoussac et al. 2015). Dock finns det vissa svårigheter med samodling. Till exempel kan den interspecifika konkurrensen om vatten, ljus och näring från en insådd mellangröda minska huvudgrödans skörd (Lopes et al. 2016). När höstraps samodlas med mellangrödor som utvintrar uteblir konkurrensen på våren och det blir endast huvudgrödan som skördas (Verret et al. 2017). På hösten konkurrerar den dock, framför allt om ljus, men också om näringen i marken, ända fram till att mellangrödorna utvintrar och succesivt släpper ifrån sig näring (Cadoux et al. 2015).

Eftersom höstraps etablerar sig långsamt finns det utrymme för en insådd mellangröda som utvintrar. En sådan mellangröda kan tänkas konkurrera med ogräs, fixera kväve till nytta för rapsen och minska angrepp från olika skadegörare,

men kan också innebära ökad konkurrens för rapsen under hösten, och risk för försämrad övervintring genom ökad ljuskonkurrens som gör att rapsplantornas tillväxtpunkt flyttas uppåt och exponeras mer för kyla. De möjliga effekterna gör det angeläget att undersöka om höstraps kan samodlas med höstinsådda mellangrödor som utvintrar, samt om det är en odlingsmetod som kan fungera i Sverige. Då skulle det kunna underlätta för ekologisk odling och minska behovet av insatser i konventionell odling. Fältförsök kring denna typ av samodling har genomförts i Frankrike, med blandade resultat (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2015, 2016; Verret et al. 2017).

1.2. Syfte och mål

1.2.1. Syfte

Syftet med detta arbete är att analysera och bedöma om höstinsådda mellangrödor som utvintrar är lämpliga för samodling med höstraps i Sverige för att minska behovet av insatsmedel i form av gödsel och pesticider utan att avkastningen minskar.

1.2.2. Mål

1. Beskriva hur ogräsförekomst, skadeangrepp, kvävefixering och avkastning påverkas när höstraps samodlas med diverse höstinsådda och utvintrande mellangrödor, vilka mellangrödor som ger bäst effekt på höstrapsens tillväxt och avkastning, samt vilka mekanismer som bidrar till effekterna.
2. Beskriva en svensk lantbrukares erfarenheter av samodling av höstraps och utvintrande mellangrödor, samt diskutera utmaningar och möjligheter för användningen av utvintrande mellangrödor i höstraps i svensk växtodling ur ett ekonomiskt, tekniskt och praktiskt perspektiv.

2. Metod

2.1. Litteraturstudie

Denna uppsats är främst en litteraturstudie, där den största delen av litteraturen kommer från vetenskapligt granskade artiklar, litteraturöversikter och någon enstaka populärvetenskaplig artikel när det är relevant. Statistik är hämtat från officiella databaser. Utöver det har jag också använt mig av undervisningslitteratur. I mitt sökande efter litteratur har jag använt mig av söktjänsterna Web of Science, Google Scholar och SLU Primo. Sökandet har skett med följande sökord:

intercropping, cover crop, living mulch, legume, winter oilseed rape, IPM, pest resistance, organic winter oilseed rape, *Brassica napus*, canola, frost-sensitive, companion plants, nitrogen transfer, biodiversity

Dessutom har jag beskrivit praktiska erfarenheter från en demonstrationsodling där samodlingen provas. Inför och efter fältbesöket har jag haft kontakt med Ann-Charlotte Wallenhammar som är huvudansvarig för projektgruppen via telefon och mejl där vi har diskuterat vilka resultat som kan konstateras så här långt. Jag har även utfört en telefonintervju med Martin Krokstorp utanför Helsingborg i Skåne som använder sig av höstinsådda mellangrödor i sin höstrapsodling. Frågorna som ställdes till Martin Krokstorp redovisas i bilaga 1. Antecknandet av svar skedde löpande under intervjuens gång. Kompletterande frågor som jag har kommit på i efterhand har kommunicerats via mejl.

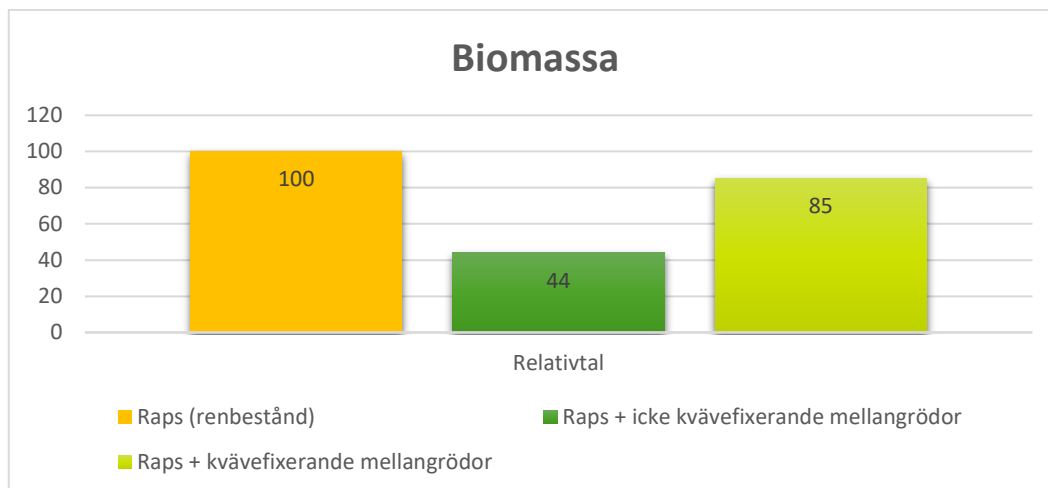
3. Resultat

3.1. Litteraturstudie

Höstraps samodlat med utvintrande mellangrödor har främst utförts i försök i Frankrike (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2015, 2016; Génard et al. 2017; Verret et al. 2017). Fokus har legat på vad samodlingen har för effekt på avkastning, ogräskontroll, angrepp från skadeinsekter, näringsomsättning och rapsens biomassa. Det finns flera arter som kan användas i samodling med höstraps. I försöken har det undersökts om det har haft någon betydelse vilken art som odlats och vilka faktorer som har haft störst betydelse på höstrapsen. Lorin et al. (2015;2016) och Verret et al. (2017) reducerade utsädesmängden på mellangrödorna med 25% från normal utsädesmängd i renbestånd hos respektive art, och om flera olika arter av mellangrödor förekom i en blandning, reducerades utsädesmängden hos mellangrödorna proportionellt med antalet arter som ingick i blandningen. Cadoux et al. (2015) angav istället en utsädesmängd i kg/ha på respektive artblandning, och inte hur mycket utsädesmängden från respektive art hade minskats.

3.1.1. Rapsens biomassa och avkastning

I undersökningar av Cadoux et al. (2015) och Verret et al. (2017) minskade insådda mellangrödor rapsens biomassa på hösten jämfört med raps i renbestånd (figur 1). Men i en annan studie minskade rapsens biomassa knappt alls när den samodlats med baljväxter (Génard et al. 2017). Cadoux et al. (2015) undersökte sedan hur det såg ut påföljande vår, och det syntes då ingen skillnad i rapsens biomassa oavsett om raps odlades i samodling med baljväxter eller i renbestånd. Det skulle kunna bero på att kväve frigjorts från grönmassan under vintern och kommit rapsen tillgodo (Cadoux et al. 2015).



Figur 1. Utvintrande mellangrödor minskade rapsens biomassa på hösten. Figuren visar att icke kvävefixerande mellangrödor minskade rapsens biomassa betydligt mer än kvävefixerande mellangrödor. Endast signifikanta resultat där minskad biomassa har beräknats i procent har använts i figuren. Källa: Cadoux et al. (2015); Verret et al. (2017)

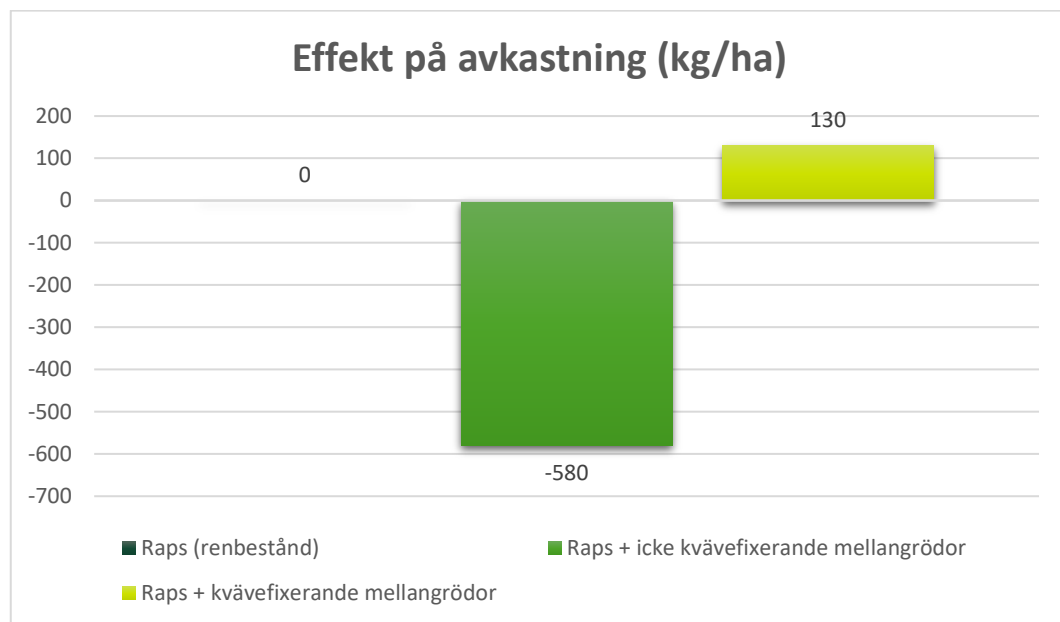
Den baljväxt som har minskat rapsens biomassa mest i de studier som finns är ärt (*Pisum sativum*) (Lorin et al. 2015; Verret et al. 2017), medan åkerböna (*Vicia faba*) har haft minst påverkan på rapsens biomassa bland baljväxterna (Lorin et al. 2015; Verret et al. 2017). Enligt Verret et al. (2017) beror det på att ärtorna har ett mer utbrett växtsätt och det minskar ljustillgången för rapsen som då växer mindre. Åkerbönan har ett mer upprätt växtsätt och förgrenar sig inte lika mycket vilket gör att den fångar upp mindre ljus som rapsen istället kan ta del av (Lorin et al. 2015).

Abiotiska faktorer som markens näringsinnehåll och väder under hösten spelade roll för hur rapsens biomassa påverkas (Lorin et al. 2015). Rapsens biomassa blev mindre när det fanns ont om kväve i marken jämfört med när det fanns mycket kväve i marken, medan baljväxterna fick mer biomassa vid litet kväveinnehåll än när det fanns mycket kväve i marken (Lorin et al. 2015). Konkurrens och låg bördighet fick baljväxterna att fixera eget kväve, enligt Lorin et al. (2015) skadades inte rapsen av en stor biomassa hos baljväxterna, eftersom rapsen påföljande vår fick tillgång till mer kväve genom mineralisering. Vid optimala väderförhållanden kunde rapsen få bra biomassa trots litet markkväveinnehåll, även om kvävekoncentrationen i växten då blev låg (Lorin et al. 2015).

Rapsens biomassa och tillväxt på hösten har en stor effekt på dess avkastning, eftersom blomställningarna initieras redan på hösten (Šidlauskas et al. 2015). Därför är det viktigt att konkurrensen med mellangrödan blir måttlig under hösten.

Effekten på avkastningen varierade beroende på vilken mellangröda som samodlades med höstraps och förutsättningarna under det specifika odlingsåret. Effekten på avkastningen överensstämmer inte alltid med effekten på rapsens biomassa på hösten. I undersökningen av Verret et al. (2017) minskade icke-kvävefixerande arter alltid avkastningen jämfört med raps i renbestånd, medan

kvävefixerande mellangrödor gav mer varierande resultat, beroende på art (figur 3). Åkerböna har gett positiva effekter på rapsens avkastning i flera undersökningar (Cadoux et al. 2015; Verret et al. 2017). Trots en mindre kvävegiva på 30 kg N/ha med åkerböna och linser i blandning som utvintrande mellangröda i studien av Cadoux et al. (2015), avkastade rapsen med mellangrödan 140 kg/ha mer än raps i renbestånd. I studien av Verret et al. (2017) resulterade insådd med åkerböna i ca 120 kg/ha större avkastning när kvävegivan var densamma för både samodling och raps i renbestånd, medan avkastningen inte skiljde sig nämnvärt när kvävegivan minskades med 30 – 40 kg N/ha (Verret et al. 2017).



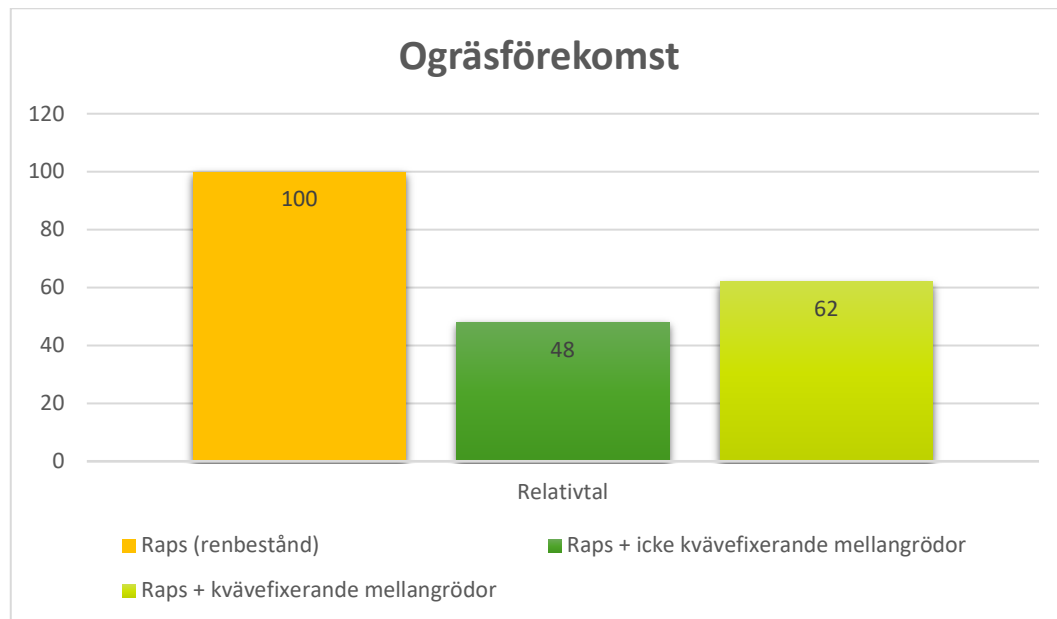
Figur 2. Kvävefixerande mellangrödor kan ge en ökad avkastning, medan icke kvävefixerande mellangrödor visar på minskad avkastning. Endast signifikanta resultat har beräknats i figuren. Källa: Cadoux et al. (2015); Verret et al. (2017)

Baljväxter som ärt och en artblandning av fodervicker (*Vicia sativa*), purpurvicker (*Vicia benghalensis*) och alexandrinerklöver (*Trifolium alexandrinum*) minskade rapsens avkastning oavsett reducerad eller samma mängd kvävegiva som raps i renbestånd (Verret et al. 2017). Raps kan även samodlas med perenna baljväxter som verkar som en bottengröda som exempelvis vitklöver (*Trifolium repens*), men samodlingen reducerade avkastningen jämfört med raps i renbestånd (Bergkvist 2003).

Odlingsförutsättningarna spelade roll för rapsens avkastning. Enligt Verret et al. (2017) och Cadoux et al. (2015) har valet av rapssort, temperatur och nederbörd samt markens kväveinnehåll varit de viktigaste påverkande faktorerna. Studien som gjordes av Cadoux et al (2015) visade att plöjning och reducerad bearbetning gav bättre avkastning än direktsådd i system med insådda utvintrande mellangrödor. Det tyder på att bearbetningssystem också har betydelse på samodlingens effekt.

3.1.2. Ogräskontroll

I undersökningar av Verret et al. (2017) minskade ogräsförekomsten när raps samodlades med utvintrande mellangrödor jämfört med raps i renbestånd (figur 3). Det är dock inte i alla undersökningar som mellangrödorna har haft stor effekt på ogräsförekomsten. Lorin et al. (2015) fann bara tendenser till effekter av alexandrinerklöver, ärt och en artblandning av fodervicker, åkerböna och alexandrinerklöver.



Figur 3. Utvintrande mellangrödor minskade förekomsten av ogräs. Endast signifikanta resultat där ogräsförekomsten beräknad i procent har använts i figuren. Källa: Verret et al. (2017)

Odlingsmiljö, väder och skötselfaktorer hade effekt på ogräskontrollen. I experimentet av Verret et al. (2017) hade raps av hybridsort bättre ogräskontroll än raps av linjesort. Högre temperatur och mer nederbörd minskade effekten mot ogräs då det gynnade ogräsens utveckling. En viktig faktor för hur bra en art är på att konkurrera med ogräs är hur mycket den växer. Både Cadoux et al (2015) och Lorin et al. (2015) har visat att ökad biomassa av både raps och mellangröda var negativt korrelerad med mängden ogräs. Enligt Cadoux et al. (2015) och Verret et al. (2017) berodde den minskade ogräsförekomsten med mellangrödor på konkurrens om ljus. Det är dock inte bara ljuset som har haft effekt på ogräsens tillväxt. Konkurrens om tillgängligt kväve i marken har effekt på ogräsförekomsten, vilket den bättre effekten på ogräsen av mellangrödor som inte är kvävefixerande än kvävefixerare visar (Verret et al. 2017). I linje med det, ökade ogräsens biomassa när markens innehåll på lättillgängligt kväve ökade. Men vilka ogräs som dominerade berodde mer på odlingsårets förutsättningar än på kvävetillgången (Lorin et al. 2015).

3.1.3. Angrepp från skadegörare

Mellangrödorna minskade inte angrepp från rapsvivlar (*Ceutorhynchus picipitarsis*) i undersökningar av Cadoux et al. (2015). Angrepp från rapsjordloppa på hösten minskade när raps samodlades med utvintrande mellangrödor, dock så minskade inte förekomsten av rapsjordloppans larver i rapsstjälken när det undersöktes i slutet av påföljande vinter (Breitenmoser et al. 2020 se Blomquist 2020).

Ökad biomassa på rapsen var negativt korrelerad med antalet förgrenade plantor orsakade av rapsvivellarver och bedömdes viktigare än mellangrödans påverkan (Cadoux et al. 2015). Enligt Cadoux et al. (2015) är mekanismen till varför angrepp från rapsvivellarver skulle minska med mellangrödor inte helt klarlagd och saknas sådan mekanism kan mellangrödan heller inte förväntas ha någon effekt. Enligt Cadoux et al. (2015) kan de minskade angreppen av rapsvivellarver när rapsens biomassa är stor bero på att de har svårare att nå rapsens knoppanslag (Cadoux et al. 2015). Blir då rapsplantorna mindre vid samodling kan andra eventuella fördelar motverkas av nackdelen med mindre plantor. Andra studier har visat att angreppen av skadegörare på oljeväxter kan minska om de samodlas med andra arter (Theunissen 1994; Finch & Collier 2000; Hooks & Johnson 2003). Enligt Theunissen (1994) är vilseledande, luktförvirring och gynnandet av naturliga fiender de huvudsakliga orsakerna till minskat angrepp.

3.1.4. Näringsomsättning

Baljväxter fixerar kväve från atmosfären i symbios med kvävefixerande rhizobiumbakterier i roten (PH & Hoben 1994). För att mellangrödor ska kunna växa tillsammans med raps utan att det blir minskad avkastning krävs det att konkurrensen om ljus, näring och vatten inte blir för stor (Génard et al. 2016). Eftersom baljväxter kan fixera eget kväve från atmosfären blir konkurrens om markkvävet mindre viktigt än med icke kvävefixerande mellangrödor (Génard et al. 2017).

Mellangrödorna har generellt gett väldigt olika effekt på kväveomsättningen beroende på vilken art som har använts i undersökningarna och markens förutsättningar. Verret et al. (2017) uppmätte att de mellangrödor som inte fixerar kväve reducerade rapsens kväveinnehåll med 7% då de konkurrerade med rapsen om kvävet i marken, medan kvävefixerande mellangrödor i form av baljväxter visade mer positiv effekt då kväveinnehållet ökade. Arter som visade bra effekt i de olika försöken var åkerböna, ärt, plattvial (*Lathyrus sativus*), alexandrinerklöver, fodervicker och lins (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016; Verret et al. 2017). Generellt hade raps i samodling ett mindre kväveinnehåll på hösten jämfört med när raps odlades i renbestånd (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016). Enligt Cadoux et al. (2015) beror det på att höstrapsen har en mindre biomassa, eftersom koncentrationen av kväve var högre i höstrapsen vid samodling än vid odling i renbestånd. Påföljande vår hade rapsen i samodling överlag ett större kväveinnehåll

än höstrapsen i renbestånd (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016). Mätningar som gjordes på våren visade att baljväxter kunde kompensera en minskad kvävegiva med 20 – 40 kg N/ha till rapsen, så att raps i samodling respektive renbestånd hade lika stort kväveinnehåll på våren (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016). Kvävefrigörelsen som gjorde kvävet tillgängligt till rapsen skedde när mellangrödorna utvintrade. Enligt Cadoux et al. (2015) beror effekten på att baljväxterna släpper ifrån delar av sitt kväve när de utvintrar genom att döda plantdelar mineraliseras. Dessutom utvecklade rapsen ett bättre rotsystem som gjorde att rapsen kunde ta upp kväve som den troligtvis inte hade kommit åt i renbestånd (Jamont et al. 2013; Cadoux et al. 2015). Enligt Jamont et al. (2013) leder samodlingen till att markkvävet sparas då kvävefixerande mellangrödor fixerar kväve från atmosfären.

Samodlingen gav större effekt när det var brist på kväve i marken (Lorin et al. 2016). Brist på kväve i marken eller när baljväxter samodlades med en annan gröda, stimulerade baljväxterna att fixera mer kväve från atmosfären p.g.a. konkurrensen (Jamont et al. 2013; Génard et al. 2017). Génard et al. (2017) visade att när vitlupin (*Lupinus albus*), blodklöver (*Trifolium incarnatum*) och fodervicker samodlades med raps, ökade deras kvävefixering med 34%, 140% respektive 290% jämfört med när baljväxterna odlades i renbestånd.

3.1.5. Utvintring

Mellangrödornas utvintring påverkades av vinterns temperatur. Odlingsåret 2013 – 2014 hade en mild vinter och majoriteten av mellangrödorna frös inte bort utan fick dödas med hjälp av herbicider (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016). Övriga odlingssäsonger utvintrade mellangrödorna (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016). Om herbicider måste användas för att döda mellangrödorna, för att undvika konkurrens mot rapsen på våren, kan fördelarna med att använda utvintrade mellangrödor i höstraps ifrågasättas (Lorin et al. 2015). Dels för att kvävet tillgodoses för sent till rapsen och dels för att miljövinsterna blir mindre.

3.1.6. Rötternas samverkan i marken

Enligt Schröder & Köpke (2012) blev rapsens rötter längre, mer förgrenade och hade tätare struktur när den samodlades med åkerböna än när den växte i renbestånd. I en studie av Cortés-Mora et al. (2010), hade raps samodlad med åkerböna mindre sekundära rötter i matjorden, men mer djupgående sekundära rötter än raps odlad i renbestånd. Åkerbönsans sekundära rötter återfanns huvudsakligen i matjorden.

Jamont et al. (2013) fann att både åkerböna och raps producerade sin pålrot lika bra i samodling som i renbestånd, medan fördelningen av sekundära rötter skiljde sig åt. I samodlingen befann sig 70% av rapsens sekundära rötter i det lägre

marklagret och 64% av åkerbönans sekundära rötter i det övre marklagret. Fördelningen av sidorötter i marklagret skiljde sig inte åt mellan samodling och renbestånd, men antalet sidorötter från grödornas pålrot och den totala rotlängden från respektive gröda ökade i samodling jämfört med renbestånd (Jamont et al. 2013). Den förändrande rotfördelningen kan leda till att de båda grödorna har större potential att ta upp näring från jorden än var och en för sig i renbestånd (Jamont et al. 2013). Dessutom kan det leda till att marken luckras bättre, får en bättre struktur och mer biologisk aktivitet (Nakamoto & Tsukamoto 2006).

3.2. Erfarenheter i Sverige

3.2.1. Försök i Sverige

De första försöken i Sverige där effekten av att samodla utvintrande mellangrödor med höstraps har studerats, påbörjades 2019 (Blomquist 2020) och preliminära resultat har presenterats (Wallenhammar et al. 2020). Det finns även några få lantbrukare som använder sig av utvintrande mellangrödor i sin höstraps. Försöket som utförs av Wallenhammar et al. (2020) har precis tagit sin början och syftar till att öka kvävetillgången och biodiversiteten i ekologisk höstrapsproduktion. Under sensommaren 2020 anlades demonstrationsytor på tre olika platser i Sverige, Tomelilla i Skåne, Nykil i Östergötland och i Egersta utanför Örebro, med olika baljväxter insådda i höstraps (Wallenhammar et al. 2020). De mest lämpliga baljväxterna från demonstrationsodlingen kommer sedan jämföras i tre fältförsök som ska anläggas hösten 2021. Enligt Ann-Charlotte Wallenhammar (muntlig referens) var det två demonstrationsled som såg bättre ut än de andra i Tomelilla. Höstraps med 50 cm radavstånd i samodling med åkerböna mellan raderna, etablerat efter första radhackningen, och höstraps med 50 cm radavstånd i samodling med fodervicker mellan raderna, etablerat efter första radhackningen. De andra grödorna föreföll mindre lämpliga då de gav intrycket av att vara för konkurrenskraftiga. Enligt Ann-Charlotte Wallenhammar (muntlig referens) blev t.ex. ärtorna i demonstrationsodlingen mycket kraftiga och konkurrerade kraftigt om ljuset med rapsen. Detta inträffade även i försöken av Verret et al. (2017) i Frankrike där ärtorna reducerade rapsens biomassa mest av alla de baljväxter som jämfördes.

3.2.2. Intervju med lantbrukare och dess erfarenheter

Martin Krokstorp har sedan 2018 samodlat höstraps med utvintrande mellangrödor och är nu inne på sin fjärde säsong med odlingssystemet. Anledningen till att han samodlar utvintrande mellangrödor med höstraps är för att ha något som tar upp näringen som rapsen inte själv kommer åt, samt att använda baljväxter som kan

vara värdväxt åt mykorrhizasvampar då höstrapsen inte själv är värd åt mykorrhizasvampar och de riskerar att minska sin förekomst. Utöver det anser Krokstorp att det finns en möjlighet att rapsen får en bra start på våren genom mineraliserad näring från de utvintrande mellangrödorna.

Han använder alexandrinerklöver, främst eftersom den har samma fröstorlek som rapsen vilket är en fördel vid sådd. Då han kan blanda arternas utsäde i samma sålåda som rapsen utan att det påverkar fröplaceringen. På en del av arealen 2018 ingick blålupin (*Lupinus augustifolius*) och bovete (*Fagopyrum esculentum*) i en blandning med alexandrinerklöver. Anledningen till att det inte användes på hela arealen var att blålupin och bovete har annorlunda och större fröstorlek och därför inte lika enkelt att blanda i samma sålåda, eftersom det kan påverka fröplaceringen för rapsutsädet. Det visade sig dock vid en analys av bladen, att rapsen hade högre kvävehalt vid samodling med alla tre arter av mellangrödor än när rapsen odlades i renbestånd. En annan positiv aspekt som Krokstorp noterade var att boveten hade en fin utveckling där den blommade och drog till sig ett stort antal insektspollinere in i november månad, vilket han tycker är positivt ur en biologisk synvinkel. Andra mellangrödor har än så länge inte provats. Krokstorp lockas av att prova honungsört (*Phacelia tanacetifolia*), men är rädd att den kan bli för konkurrenskraftig mot rapsen, eftersom den växer fort. En annan tanke är att lägga om växtföljden och prova att etablera rapsen i en bottengröda som i sin tur har etablerats i höstvetete. I nuläget sås alexandrinerklövern samtidigt med höstrapsen i samma överfart med ett 25 cm radavstånd i en blandad samodling med en utsädesmängd av 40 frön/m² för raps och 4 kg/ha för alexandrinerklöver blandat i sålådan.

När det gäller effekter av samodlingen, ser Krokstorp inte några tydliga effekter på rapsen. Grundgivan av kväve är densamma och rapsen har inte påverkats synligt. Krokstorp använder alexandrinerklöver som en långsiktigt växtföljdsförbättrande åtgärd, som förbättrar jordens struktur. Krokstorp upplever ingen större effekt mot skadegörare men har inte haft problem med dessa tidigare heller. Krokstorp motiveras ytterligare att använda alexandrinerklöver då det enligt Krokstorp har visat sig i en studie att alexandrinerklöver är effektiv mot rapsjordloppa (ej publicerad). Mellangrödorna som använts har alltid utvintrat och därmed inte behövts avdödats med herbicider på våren.

Anledningen till att exempelvis åkerböna inte har använts beror på att åkerböna fanns i växtföljden under växtodlingsåret 2018/2019. Nu är främsta orsaken skillnaden i fröstorlek. Det skulle helt enkelt behövas fler sålådor på såmaskinen för att göra detta möjligt då Krokstorp nyttjar conservation agriculture och genomför sådden i en överfart. De praktiska fördelarna spelar en stor roll i valet av mellangrödor.

4. Diskussion

4.1. Utmaningar och möjligheter i Sverige

Av det som beskrivits i resultatdelen är det tydligt att mellangrödor i form av baljväxter kan ha god effekt i samodling med höstraps, men att den positiva effekten inte är självklar. Ogräsförekomst och skadeangrepp från insekter kan reduceras och de kan bidra med kväve. Rapsens biomassa påverkas ofta negativt av konkurrensen på hösten och effekten på avkastningen varierar beroende på miljö och art av mellangröda (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2015, 2016; Verret et al. 2017).

4.1.1. Såtidpunkt, utvintring och utsädesmängd

Ett bra bestånd och biomassa av höstrapsen på hösten är viktigt för dess övervintring och avkastning (Lääniste et al. 2007). Enligt Velička et al. (2010) ska höstrapsen ha åtminstone 6–8 utvecklade blad och en rothalsdiameter på 8–10 millimeter för att övervintra tillfredsställande. För att det ska vara möjligt att nå detta utvecklingsstadium, spelar bland annat såtidpunkten en stor roll (Lääniste et al. 2007; Velička et al. 2010). Optimal såtidpunkt för höstraps varierar i Sverige beroende på var i landet den etableras. Enligt Fogelfors (2015) är optimal såtidpunkt i mellersta Svealand mellan den 1:a och den 10:e augusti, medan 10:e till 20:e augusti är lämpligast i södra Götaland. Utöver såtidpunkten har tillväxten i daggrader på hösten stor betydelse, där varmt och fuktigt väder gynnar rapsens tillväxt (Lääniste et al. 2007). Om höstraps ska samodlas med utvintrande mellangrödor behöver såtidpunkten eventuellt tidigareläggas för att rapsen ska hinna uppnå den önskade storleken före vintern, alternativt att mellangrödorna etableras senare än rapsen. Enligt Verret et al. (2017) rekommenderas en tidigare sådd för att både raps och de utvintrande mellangrödorna ska kunna utveckla ett bra bestånd och för att uppnå den bästa systemeffekten. Enligt Ann-Charlotte Wallenhammar (muntlig referens) såg rapsen i demonstrationsodlingarna i Sverige 2020 bäst ut när baljväxterna etablerades vid första radhackningen och inte samtidigt med rapsen.

Problemet med att mellangrödorna inte utvintrar som observerades i Frankrike (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2015, 2016) borde inte bli ett lika stort problem i Sverige om samma arter används, eftersom vi har kyligare vintrar.

Valet av utsädesmängd av mellangrödorna i de franska studierna förefaller inte vara baserat på några vetenskapliga studier, utan mer på känsla med ambitionen att välja en utsädesmängd som växte mycket, men ändå inte konkurrerar för mycket med rapsen (Lorin et al. 2015, 2016; Verret et al. 2017). Verret et al. (2017) anser att de valt en lämplig reduktion av utsädesmängden när de reducerat den med 25% vad gäller baljväxter, men de anser att utsädesmängden för mellangrödor som inte kvävefixerar bör reduceras ytterligare för att undvika konkurrens med höstrapsen. Utsädesmängden i de svenska demonstrationsodlingarna reducerades med 50% (Wallenhammar et al. 2020). Enligt Ann-Charlotte Wallenhammar (muntlig referens) var det en kostnadsfråga som avgjorde utsädesmängden i demonstrationsodlingarna. Martin Krokstorp som intervjuades hade en utsädesmängd för alexandrinerklöver av ungefär 4 kg/ha, vilket är en minskning med 80% av rekommenderad utsädesmängd i renbestånd (Scandinavian Seed 2020). Den optimala utsädesmängden för mellangrödor är i nuläget okänt och förmodligen beroende på platsspecifika omständigheter.

Det behövs mer forskning för att avgöra bästa såtidpunkt och utsädesmängd för olika mellangrödearter och hur de beror på olika miljöfaktorer.

4.1.2. Effekter, växtföljd och ekologisk odling

Hur stor effekten kommer att bli av att samodla raps med utvintrande mellangrödor kan variera stort beroende på vilken mellangröda som används och på vilken plats den odlas. Enligt Cadoux et al. (2015) och Verret et al. (2017) ger utvintrande mellangrödor bäst effekt på de jordar som har en liten tillgång på kväve, samt när användandet av kemiskt växtskydd reduceras. Eftersom rapsen är bra på att omsätta stora mängder kväve (Sieling & Kage 2010), gör baljväxter mindre nytta på de kväverika jordarna. Enligt Génard et al. (2017) fixerade baljväxterna mer kväve från atmosfären när de samodlades med raps än när de odlades i renbestånd. Det tyder på att baljväxter stimuleras att fixera mer kväve från atmosfären när den konkurrerar om näringen i marken med en annan gröda. Därför ger samodlingssystemet mer effekt när det finns liten tillgång på kväve i marken.

Även om avkastningen inte alltid blir avsevärt högre finns fler aspekter att ta hänsyn till som inte ger effekt på kort sikt utan snarare på lång sikt i odlingssystemet. Samodling bidrar till en ökad biologisk mångfald (Afrin et al. 2017), då fler arter förekommer på fält och naturliga fiender gynnas. Eftersom det reducerar ogräsförekomsten och skadeangreppen från insekter, kan även kemiskt växtskydd användas i mindre utsträckning, och risken för resistens mot pesticider minskas. Laloy & Biolders (2010) visade i sin studie att samodling även bidrar till minskad markerosion, vilket är en fördel om höstraps samodlas med utvintrande

mellangrödor i sluttande fält. Utöver det kan även samodling bidra till mindre näringsläckage (Ding et al. 2021), vilket är en fördel eftersom höstraps etablerar sig långsamt på hösten och kan då inte omsätta allt tillgängligt kväve i marken.

Växtföljdskonsekvenser måste tas hänsyn till vid valet av utvintrande mellangrödor. Baljväxter kan uppföröka jordburna patogener som rotrötter orsakade av olika organismer (Jordbruksverket 2019). De viktigaste sjukdomarna är ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*) och rotröta (*Phytophthora spp.*) som främst drabbar ärt och åkerböna. Vilken effekt en baljväxt kan ha som mellangröda när det gäller uppförökning av jordburna patogener är dock oklart (Jordbruksverket 2019). Valet av utvintrande mellangröda måste anpassas till växtföljden för att undvika jordburna patogener i så lång utsträckning som möjligt.

Effekten att samodla höstraps med utvintrande mellangrödor inom ekologisk odling är svår att förutsäga då det inte har gjorts några fullständiga studier. Samodling med baljväxter kan hjälpa till med kväveförsörjningen eftersom skördarna oftast begränsas av tillgängligheten på kväve i ekologisk odling (Clark et al. 1999). Dessutom visar försök att baljväxter kan motsvara en kvävegiva av ungefär 30 kg N/ha och att samodlingen ger mer effekt när kemiska insatser är små eller inte förekommer (Cadoux et al. 2015; Lorin et al. 2016; Verret et al. 2017). Mycket tyder därför på att utvintrande mellangrödor lämpar sig bäst i ekologisk odling. Ekologiskt lantbruk är starkt beroende av naturgödsel från djur (Evanylo et al. 2008). Enligt Verret et al. (2017) spekuleras det i att samodlingssystemet kan ge sämre effekt på skörd och ogräskontroll på de marker som ständigt gödslas med naturgödsel. Därför behövs det mer forskning om höstraps kan samodlas med utvintrande mellangrödor i ekologisk odling och ge likvärdiga effekter som i konventionell odling.

4.1.3. Ekonomi

Användandet av utvintrande mellangrödor i höstraps innebär inte bara en minskad kostnad för gödsel och pesticider, utan även en extra kostnad för utsädet. En översiktlig ekonomisk kalkyl visar att det kan bli ett lägre täckningsbidrag i konventionell odling när utvintrande mellangrödor samodlas med raps jämfört med raps i renbestånd (Tabell 1). Täckningsbidraget i ekologisk odling visar på att raps i samodling med utvintrande mellangrödor kan ge ett positivt resultat för de flesta mellangrödor jämfört med raps i renbestånd (Tabell 2).

Det behövs tas hänsyn till fler kostnader i tabell 1 än vad kalkylen visar, t.ex. växtskydd, för att det beräknade täckningsbidraget ska bli helt rätt. Reducerad användning av pesticider kan minska kostnaderna och därför motivera användandet av utvintrande mellangrödor i höstraps i konventionell odling. Höstraps tillsammans med åkerböna resulterade i ökad avkastning i försök i Frankrike (Cadoux et al. 2015; Verret et al. 2017). Kan detta realiseras i Sverige, kan det öka intäkterna i kalkylerna (Tabell 1; Tabell 2). Utsädesmängderna är reducerade enligt

försöken i Frankrike (Lorin et al. 2015, 2016; Verret et al. 2017), men kan reduceras ytterligare (Wallenhammar et al. 2020; se intervju med Krokstorp). Enligt rekommendation från Verret et al. (2017), har jag i kalkylerna reducerat bovetets utsädesmängd ytterligare jämfört med baljväxterna för att undvika stark konkurrens mot höstrapsen. Gödselmängderna är reducerade med 30 kg N/ha som i de franska försöken (Cadoux et al. 2015; Verret et al. 2017).

Tabell 1. Beräknad förändring av täckningsbidrag (TB) för samodling med utvintrande mellangrödor i konventionell höstrapsodling – baserad på intäkter från försäljning¹, subtraherat med kostnader som påverkas av mellangrödorna, dvs utsäde² och gödsel³. Antagandet har gjorts, baserad på litteraturuppgifter, att raps i renbestånd respektive samodling med baljväxter ger lika stor avkastning och därför lika stor intäkt.. ABB: Alexandrinerklöver, Blålupin och Bovete.

Ekonomi per gröda						
Gröda	Avkastning (kg/ha)	Utsädesmängd (kg/ha)	Pris utsäde (kr/kg)	Total utsädeskostnad (kr/ha) ⁴	Gödsel (kr/ha)	Förändring i TB (kr/ha)
Raps renbestånd	3500	3,3	233	-770	-2340	0
Åkerböna	-	172,5	6	-1805	-2010	-705
Ärt	-	187,5	6,3	-1960	-2010	-860
Fodervicker	-	75	19	-2195	-2010	-1095
Alexandrine rklöver	-	15	41	-1385	-2010	-285
Blålupin	-	22,5	15	-1108	-2010	-8
ABB ⁵	-	5 + 7,5 + 12	-	-1268	-2010	-168
Bovete ⁶	-	36	15	-	-	-

¹ Avkastningen på 3500 kg/ha är ett genomsnitt i hela Sverige från åren 2020, 2019, 2017, 2016, 2015, statistik hämtat från Jordbruksverket (2021). Avsalupris på 3,5 kr/kg är ett normpris på raps hämtat från Lantmännen 2021-04-23.

² Rekommenderade utsädesmängder i renbestånd hämtade från Scandinavian Seed AB (2021-04-26). Utsädesmängder på baljväxter och bovete är reducerade med 25% respektive 40% (eget antagande) från normal och rekommenderad utsädesmängd enligt Verret et al. (2017) och Lorin et al. (2015). Priser på utsäde är hämtat från Skånefrö AB (2021-04-26). Utsädeskostnader har beräknats enligt; utsädesmängd * pris på utsädet.

³ Vid samodling med baljväxt antogs ett reducerat kvävebehov på 30 kg N/ha enligt de franska försöken (Cadoux et al. 2015; Verret et al. 2017). Vid användande av NS 27-4 Axan ger det en reducerad gödselgiva på 110 kg/ha (beräknas enligt; 30 kg N/0,27). För att raps i renbestånd ska nå en avkastning på 3500 kg/ha, rekommenderas en kvävegiva på 210 kg N/ha (Lantmännen 2021). Pris på gödselmedlet NS 27-4 Axan på 3 kr/kg är hämtat från Lantmännen (2021-04-23). Gödselkostnader har beräknats enligt; kvävegiva * pris på Axan.

⁴ Rapsens utsädeskostnad har adderats till baljväxternas utsädeskostnad.

⁵ Utsädesmängd på alexandrinerklöver, blålupin och bovete har reducerats proportionellt utifrån antalet arter i blandningen.

⁶ Rekommenderas ej som enkel samodlingsgröda till raps. Ska bovete användas rekommenderas att den samodlas ihop med baljväxter (Verret et al. 2017).

Tabell 2. Beräknad förändring av täckningsbidrag (TB) för samodling med utvintrande mellangrödor i ekologisk höstrapsodling – baserad på intäkter från försäljning¹, subtraherat med kostnader som påverkas av mellangrödorna, dvs utsäde² och gödsel³. Antagandet har gjorts, baserad på litteraturuppgifter, att raps i renbestånd respektive samodling med baljväxter ger lika stor avkastning och därför lika stor intäkt.. ABB: Alexandrinerklöver, Blålupin och Bovete.

Ekonomi per gröda						
Gröda	Avkastning (kg/ha)	Utsädesmängd (kg/ha)	Pris utsäde (kr/kg)	Total utsädeskostnad (kr/ha) ⁴	Gödsel (kr/ha)	Förändring i TB (kr/ha)
Raps						
renbestånd	2350	3,3	233	-770	-6880	0
Åkerböna	-	172,5	6	-1805	-5590	255
Ärt	-	187,5	6,3	-1960	-5590	100
Fodervicker	-	75	19	-2195	-5590	-135
Alexandrine rklöver	-	15	41	-1385	-5590	675
Blålupin	-	22,5	15	-1108	-5590	952
ABB ⁵	-	5 + 7,5 + 12	-	-1268	-5590	792
Bovete ⁶	-	36	15	-	-	-

¹ Avkastningen på 2350 kg/ha är ett genomsnitt i hela Sverige från åren 2019, 2017, 2016, 2015, 2014, statistik hämtat från Jordbruksverket (2021). Avsalupris på 9 kr/kg är ett normpris för ekologisk raps hämtat från Lantmännen 2021-04-23.

² Rekommenderade utsädesmängder i renbestånd hämtade från Scandinavian Seed AB (2021-04-26). Utsädesmängder på baljväxter och bovete är reducerade med 25% respektive 40% (eget antagande) från normal och rekommenderad utsädesmängd enligt Verret et al. (2017) och Lorin et al. (2015). Priser på utsäde är hämtat från Skånefrö AB (2021-04-26). Utsädeskostnader har beräknats enligt; utsädesmängd * pris på utsädet.

³ Vid samodling med baljväxt antogs ett reducerat kvävebehov på 30 kg N/ha enligt de franska försöken (Cadoux et al. 2015; Verret et al. 2017). Beräkningen utgår från att endast det ekologiska gödselmedlet Biofer 10-3-1 används. Vid användandet av Biofer 10-3-1 ger det en reducerad gödselgiva på 300 kg/ha (beräknas enligt; 30 kg N/0,1). För att raps ska nå en avkastning på 2350 kg/ha, rekommenderas en kvävegiva på 160 kg N/ha (Jordbruksverket 2013). Pris på gödselmedlet Biofer 10-3-1 på 4,3 kr/kg är hämtat från Lantmännen (2021-06-08). Gödselkostnader har beräknats enligt; kvävegiva * pris på Axan.

⁴ Rapsens utsädeskostnad har adderats till baljväxternas utsädeskostnad.

⁵ Utsädesmängd på alexandrinerklöver, blålupin och bovete har reducerats proportionellt utifrån antalet arter i blandningen.

⁶ Rekommenderas ej som enkel samodlingsgröda till raps. Ska bovete användas rekommenderas att den samodlas ihop med baljväxter (Verret et al. 2017).

4.2. Praktiska utmaningar och möjligheter

Etableringen av mellangrödorna ska helst vara effektivt och inte innebära mer tidsåtgång för lantbrukaren jämfört med sådd av raps i renbestånd. I de franska studierna där samodlingssystemet är mer beprövat nämns det inte exakt hur utsädet sås. I demonstrationsodlingen av Wallenhammar et al. (2020) undersöktes olika

såtekniker, till exempel varierades radavstånden (12,5, 25 och 50 cm). Vid radavståndet 12,5 cm blandades baljväxterna med rapsutsädet, medan det vid 25 och 50 cm såddes med hjälp av gödselbillarna (Wallenhammar et al. 2020). Ska baljväxterna sås via gödselbillarna måste gödseln spridas i en annan överfart än sådden. Att blanda utsädet i samma sålåda kan bli ett problem om fröstorleken skiljer mellan arterna, eftersom det då lätt kan bli ojämn fördelning av utsädet vid sådd. Det är en möjlig lösning att sprida gödseln före sådd. Det är förvisso mer tidskrävande, men om mellangrödorna etableras via gödselbillarna bevaras effektiviteten vid sådd då gödselbillarna och såbillarna kan anpassa sådjupet efter fröstorleken.

Det optimala radavståndet för höstraps i renbestånd är 12,5 cm och avkastningen tenderar att minska ju bredare radavståndet blir, även om effekten är ganska liten (Krček et al. 2019). Utvintrande mellangrödor bör därför göra mer nytta vid bredare radavstånd då de bland annat kan hålla nere ogrästrycket. Att etablera mellangrödorna i samband med första radhackningen är en lämplig metod i ekologisk odling där mekanisk bekämpning är mer vanligt än i konventionell odling. Alternativt att mellangrödan sås in efter en herbicidbekämpning. Höstrapsen får då ett etableringsförsprång gentemot mellangrödan. Dock behöver även mellangrödorna hinna etablera sig väl för att kunna åstadkomma god effekt (Verret et al. 2017).

Det finns i nuläget olika tekniska alternativ för hur utsädet bland de olika arterna kan etableras. De lämpligaste metoderna varierar beroende på vilka mellangrödor som används samt vilken odlingsmetod som används. Mer teknisk utveckling behövs för att optimera etableringsmetoderna på ett sätt som är ekonomiskt och miljömässigt hållbart.

5. Slutsats

Mellangrödorna minskar ogräsförekomsten genom ökad konkurrens om ljus, näring och vatten. Mellangrödorna kan ge tendens till att skadeangreppen från insekter minskar genom att insekterna blir förvirrade i miljön. Kvävefixerande mellangrödor kan bidra med kväve till rapsen genom mineralisering från mellangrödorna och ett förbättrat rotsystem hos rapsen. Det leder till att avkastningen kan öka, men biomassan på hösten minskar ofta när höstraps samodlas med utvintrande mellangrödor genom ökad konkurrens, vilket kan leda till minskad avkastning. Effekten av samodlingen gör störst nytta på marker med lägre bördighet, minskad tillgång på kväve och reducerad alternativt ingen användning av kemiskt växtskydd. Åkerböna är den gröda som överlag har gett bäst effekt på rapsen i samodling.

Forskning kring de grundläggande mekanismer som ligger bakom effekterna behövs, då det endast spekuleras i vad som orsakar effekterna.

Odlingssystemet är sällsynt i Sverige. Martin Krokstorp föredrar mellangrödor som har snarlik fröstorlek som rapsen, på grund av de praktiska fördelarna med effektiv etablering.

Om odlingssystemet kan fungera generellt i Sverige är svårt att förutspå. Det behövs forskning kring hur faktorer som såtidpunkt, utsädesmängd, radavstånd, växtföljd och såteknik bäst anpassas för att uppnå bästa möjliga och hållbara resultat. Mer forskning kring ekonomin behövs också för att säkerställa hur det ekonomiskt påverkas vid nyttjande av odlingssystemet när kostnader för gödsel och pesticider kan reduceras medan extra kostnader för utsäde tillkommer.

Referenser

- Afrin, S., Latif, A., Banu, N.M.A., Kabir, M.M.M., Haque, S.S., Ahmed, M.M.E., Tonu, N.N. & Ali, M.P. (2017). Intercropping Empower Reduces Insect Pests and Increases Biodiversity in Agro-Ecosystem. *Agricultural Sciences*, 08 (10), 1120. <https://doi.org/10.4236/as.2017.810082>
- Angus, J., Kirkegaard, J., Hunt, J., Ryan, M., Ohlander, L. & Peoples, M. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*, 66, 523. <https://doi.org/10.1071/CP14252>
- Barrès, B., Marie-France, C., Debieu, D., Délye, C., Fillinger, S., Gauffre, B., Grosman, J., Hannachi, M., Jerphanion, P., Le Goff, G., Plantamp, C., Siegwart, M., Walker, A.-S. & Jørgensen, L. (2021). Monitoring systems for resistance to plant protection products across the world: Between redundancy and complementarity. *Pest Management Science*, <https://doi.org/10.1002/ps.6275>
- Bedoussac, L., Journet, E.-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E.S., Prieur, L. & Justes, E. (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (3), 911–935. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>
- Ben-Issa, R., Gomez, L. & Gautier, H. (2017). Companion Plants for Aphid Pest Management. *Insects*, 8 (4), 112. <https://doi.org/10.3390/insects8040112>
- Bergkvist, G. (2003). Influence of White Clover Traits on Biomass and Yield in Winter Wheat- or Winter Oilseed Rape-Clover Intercrops. *Biological Agriculture & Horticulture*, 21 (2), 151–164. <https://doi.org/10.1080/01448765.2003.9755259>
- Blomquist, J. (2020). Samodling bäst om grödorna är sams. *Svensk Frötidning*, (5), 22 – 25. <https://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/02196.pdf> [2021-04-19]
- Cadoux, S., Sauzet, G., Morison, M.V., Pontet, C., Champolivier, L., Robert, C., Lieven, J., Flénet, F., Mangelot, O., Fauvin, P. & Landé, N. (2015). Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 22 (3). <https://doi.org/10.1051/ocl/2015014>
- Clark, M. & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, 12 (6), 064016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>
- Clark, M.S., Horwath, W.R., Shennan, C., Scow, K.M., Lantni, W.T. & Ferris, H. (1999). Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73 (3), 257–270. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00057-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00057-2)
- Cortés-Mora, A.F., Piva, G., Jamont, M. & Fustec, J. (2010). Niche separation and nitrogen transfer in Brassica-legume intercrops. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (2), 581–586

- Ding, Y., Huang, X., Li, Y., Liu, H., Zhang, Q., Liu, X., Xu, J. & Di, H. (2021). Nitrate leaching losses mitigated with intercropping of deep-rooted and shallow-rooted plants. *Journal of Soils and Sediments*, 21 (1), 364–375. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02733-w>
- Ehler, L.E. (2006). Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62 (9), 787–789. <https://doi.org/10.1002/ps.1247>
- Evanylo, G., Sherony, C., Spargo, J., Starner, D., Brosius, M. & Haering, K. (2008). Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 127 (1), 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.014>
- Finch, S. & Collier, R.H. (2000). Host-plant selection by insects – a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96 (2), 91–102. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00684.x>
- Fogelfors, H. (red.) (2015). *Vår mat: odling av åker- och trädgårdsgrödor : biologi, förutsättningar och historia*. Lund: Studentlitteratur.
- Génard, T., Etienne, P., Diquélou, S., Yvin, J.-C., Revellin, C. & Laine, P. (2017). Rapeseed-legume intercrops: plant growth and nitrogen balance in early stages of growth and development. *Heliyon*, 3 (3), e00261. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00261>
- Génard, T., Etienne, P., Laine, P., Yvin, J.-C. & Diquélou, S. (2016). Nitrogen transfer from *Lupinus albus* L., *Trifolium incarnatum* L. and *Vicia sativa* L. contribute differently to rapeseed (*Brassica napus* L.) nitrogen nutrition. *Heliyon*, 2 (9), e00150. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00150>
- Georghiou, G.P. (1972). The Evolution of Resistance to Pesticides. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3 (1), 133–168. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.03.110172.001025>
- Hartwig, N.L. & Ammon, H.U. (2002). Cover crops and living mulches. *Weed Science*, 50 (6), 688–699. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0688:AIACCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0688:AIACCA]2.0.CO;2)
- Heap, I. (2014). Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*, 70 (9), 1306–1315. <https://doi.org/10.1002/ps.3696>
- Hooks, C.R.R. & Johnson, M.W. (2003). Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*, 22 (2), 223–238. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00172-2)
- Jamont, M., Piva, G. & Fustec, J. (2013). Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant and Soil*, 371 (1), 641–653. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1712-2>
- Jordbruksverket (2013). *Ekologisk odling av höstoljeväxter*. (JO 13:9). Jönköping: Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_9.pdf
- Jordbruksverket (2019). *Att förebygga växtskyddsproblem – en viktig del i integrerat växtskydd (IPM)*. Jönköping: Jordbruksverket. <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.ba9742616aa4b5df73c7ca0/1557727722042/ovr487.pdf>
- Jordbruksverket (2021). *Hektar- och totalskörd efter län och gröda. År 1965-2020*. Jordbruksverket. <http://statistik.sjv.se/PXWeb/api/v1/sv/Jordbruksverkets/statistikdatabas/Skordar/JO0601J01.px> [2021-05-20]

- Jordbruksverket (2021) *Jordbruksmarkens användning 2020. Slutlig statistik*. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2021-02-03-jordbruksmarkens-anvandning-2020.-slutlig-statistik> [2021-03-30]
- Jordbruksverket (2021). *Skörd för ekologisk och konventionell odling efter län, gröda, odlingsform, variabel, tabelluppgift och år*. Jordbruksverket. http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Skordar_Ekologisk%20skord/J00608H01.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625 [2021-06-04]
- Jørgensen, L.N., Hovmøller, M.S., Hansen, J.G., Lassen, P., Clark, B., Bayles, R., Rodemann, B., Flath, K., Jahn, M., Goral, T., Jerzy Czembor, J., Cheyron, P., Maumene, C., De Pope, C., Ban, R., Nielsen, G.C. & Berg, G. (2014). IPM Strategies and Their Dilemmas Including an Introduction to www.eurowheat.org. *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (2), 265–281. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60646-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60646-2)
- Krčák, V., Baranyk, P., Brant, V. & Pulkrábek, J. (2019). Influence of crop management on formation of yield components of winter oilseed rape. *Plant, Soil and Environment*, 65 (2019) (No. 1), 21–26. <https://doi.org/10.17221/566/2018-PSE>
- Laloy, E. & Biéders, C.L. (2010). Effect of Intercropping Period Management on Runoff and Erosion in a Maize Cropping System. *Journal of Environmental Quality*, 39 (3), 1001–1008. <https://doi.org/10.2134/jeq2009.0239>
- Lantmännen (2021). *Höstraps*. <https://www.odla.lantmannenlantbruk.se/grodor/oljevaxter/hostraps/> [2021-04-23]
- Lopes, T., Hatt, S., Xu, Q., Chen, J., Liu, Y. & Francis, F. (2016). Wheat (*Triticum aestivum* L.)-based intercropping systems for biological pest control. *Pest Management Science*, 72 (12), 2193–2202. <https://doi.org/10.1002/ps.4332>
- Lorin, M., Jeuffroy, M.-H., Butier, A. & Valantin-Morison, M. (2015). Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulches to improve weed control. *European Journal of Agronomy*, 71, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.001>
- Lorin, M., Jeuffroy, M.-H., Butier, A. & Valantin-Morison, M. (2016). Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulch: Consequences for cash crop nitrogen nutrition. *Field Crops Research*, 193, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.002>
- Lääniste, P., Jõudu, J., Ereemeev, viacheslav & mäeorg, E. (2007). Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 57 (4), 342–348. <https://doi.org/10.1080/09064710601029554>
- Nakamoto, T. & Tsukamoto, M. (2006). Abundance and activity of soil organisms in fields of maize grown with a white clover living mulch. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115 (1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.006>
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144 (1), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- PH, S. & Hoben, H. (1994). Handbook for Rhizobia: Methods in legume-Rhizobium technology. xvi, 450. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8375-8>

- Scandinavian Seed (2020). *Alexandrinerklöver mellangröda*.
<https://www.scandinavianseed.se/produkt/alexandrinerklover/> [2021-05-05]
- Schröder, D. & Köpke, U. (2012). Faba bean (*Vicia faba* L.) intercropped with oil crops – a strategy to enhance rooting density and to optimize nitrogen use and grain production? *Field Crops Research*, 135, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.07.007>
- Šidlauskas, G., Pranckietienė, I., Dromantienė, R. & Pranckietis, V. (2015). THE EFFECT OF AGRONOMIC AND CLIMATIC FACTORS ON WINTER OILSEED RAPE (*BRASSICA NAPUS* L.) ROOT NECK GROWTH IN AUTUMN. *International scientific conference RURAL DEVELOPMENT 2017*, 0 (0). <http://conf.rd.asu.lt/index.php/rd/article/view/77> [2021-05-13]
- Sieling, K. & Kage, H. (2010). Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (2), 271–279. <https://doi.org/10.1051/agro/2009036>
- Theunissen, J. (1994). Intercropping in field vegetable crops: Pest management by agrosystem diversification—an overview. *Pesticide Science*, 42 (1), 65–68. <https://doi.org/10.1002/ps.2780420111>
- Velička, R., Anisimovienė, N., Pupalienė, R., Jankauskienė, J., Butkevičienė, L.M. & Kriauciūnienė, Z. (2010). Preparation of oilseed rape for over-wintering according to autumnal growth and cold acclimation period. 97 (3), 8
- Verret, V., Gardarin, A., Makowski, D., Lorin, M., Cadoux, S., Butier, A. & Valantin-Morison, M. (2017). Assessment of the benefits of frost-sensitive companion plants in winter rapeseed. *European Journal of Agronomy*, 91, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.006>
- Wallenhammar, A.-C., Engström, L., Edin, E., Ståhl, P. & Nätterlund, H. *Ökad kvävetillgång och biodiversitet med samodling*. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ekoforsk/resultat-2021/wallenhammar-210215_ta.pdf
- Wang, Q., Sun, D., Hao, H., Zhao, X., Hao, W. & Liu, Q. (2015). Photosynthetically active radiation determining yields for an intercrop of maize with cabbage. *European Journal of Agronomy*, 69, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.05.004>
- Williams, I.H. (2010). The Major Insect Pests of Oilseed Rape in Europe and Their Management: An Overview. I: Williams, I.H. (red.) *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1–43. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3983-5_1

Tack

Stort tack vill jag främst rikta till min handledare Göran Bergkvist som har väglett mig under arbetets gång. Utöver det vill jag tacka Ann-Charlotte Wallenhammar som har svarat på alla mina frågor om hennes projekt med utvintrande mellangrödor i höstraps, Martin Krokstorp som ställde upp på min intervju, Per Gerhardsson på Lantmännen som gav mig prisuppgifter på höstraps och mineralgödsel för konventionell och ekologisk odling och slutligen Sven Andersson på Skånefrö AB som gav mig prisuppgifter på utsäde till höstraps och mellangrödor.

Bilaga 1

Frågor som ställdes till Martin Krokstorp under intervjun

1. Översiktlig fråga. Varför använder du dig av mellangrödor i höstraps?
2. Hur länge har du nyttjat metoden?
3. Vilka arter väljer du till höstrapsen, och varför?
4. Har du använt andra arter som har fungerat mindre bra?
5. Finns det arter du inte väljer som du känner till ger sämre effekter?
6. Hur och när sås arterna i rapsen?
 - a. Vad använder du dig för radavstånd när du sår raps?
 - b. Vilka utsädesmängder använder du vid sådd av mellangrödor och raps?
7. Ser du några positiva effekter av mellangrödor? (ogräs, skadegörare, kvävefixering och avkastning)
8. Åkerböna har visat sig goda resultat på många områden. Varför använder du inte Åkerböna?